

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平2-44258

⑤ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成2年(1990)2月14日

G 01 P 3/489
B 60 T 8/00
G 05 D 13/62

H 7355-2F
A 8510-3D
C 7315-5H

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全7頁)

⑭ 発明の名称 回転体の回転速度演算装置

⑮ 特 願 昭63-194397

⑯ 出 願 昭63(1988)8月5日

⑰ 発 明 者 萩 谷 直 之 埼玉県羽生市東5丁目4番71号 曙ブレーキ工業株式会社
開発本部内

⑱ 出 願 人 曙ブレーキ工業株式会 東京都中央区日本橋小網町19番5号
社

⑲ 代 理 人 弁理士 山元 俊仁

明 細 書

1. 発明の名称

回転体の回転速度演算装置

2. 特許請求の範囲

回転体に設けられた回転速度センサの出力から得られるパルス列信号に対し、一定の速度演算基準時間を連続的に設定し、前回の速度演算基準時間内における上記パルス列信号の最後のパルスエッジから今回の速度演算基準時間内における最後のパルスエッジまでの時間を測定し、この測定にもとづいて上記回転体の回転速度を演算することを特徴とする回転体の回転速度演算装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、例えば自動車のアンチロック制御における車輪速度演算処理に用いるのに好適な回転体の回転速度演算装置に関する。

(従来技術)

自動車のアンチロック制御、トラクション制御あるいは定速走行制御、ステアリング制御等にお

いて最も基本となる処理は車輪速度の演算であり、その演算精度と演算時間が制御精度に大きく影響する。特にアンチロック制御およびトラクション制御では、刻々変化する車輪速度を正確に検出する必要があるため、これに用いられる車輪速度センサには高精度のものが要求される。通常この車輪速度センサは、車輪と同期的に回転する歯車状のトーンホイールと呼ばれるロータと、これに近接して設けられた永久磁石に巻回されたピックアップコイルとからなり、トーンホイールが回転すると、トーンホイールとピックアップコイルとの間のエアギャップが変化することにより、ピックアップコイルから回転速度に比例した周波数を有する交流電圧が得られるようになっている。そして上記交流電圧を波形整形して第6図に示すようなパルス列信号に変換するとともに、一定の速度演算基準時間Tを連続的に設定し、上記パルス列信号の各速度演算基準時間T内における最初の立上りエッジから次の立上りエッジまでの時間、すなわち1周期を経過する時間tを計測し(片エッジ周期検

み)、この時間 t から車輪速度 Vw を下式によって演算している。

$$Vw = 1 / (t \times K)$$

ここで K は定数である。

ところで、上記トーンホイルの歯数は、高速域でピックアップコイルから発生する周波数が高過ぎて速度検出が不可能になるのを回避するために比較的少ない数に設定されている。そのため、上述のような片エッジ周期読みの場合、第7図から明らかなように、低速域で測定期間 t が速度演算基準時間 T から外れて各基準時間 T ごとの速度演算が不可能になる期間が発生し、制御性が悪化する。例えばトーンホイルの歯の周波数を $15\text{ Hz} / \text{km} / \text{h}$ とし、かつ速度演算基準時間 T を 8 ms とした場合、ピックアップコイルに発生する交流電圧の周波数が 250 Hz (車輪速度にして $16.6\text{ km} / \text{h}$)、以下で上記現象が発生することになる。

(発明の目的)

そこで本発明は、歯数の少ない、すなわち情報

量の少ないトーンホイルを用いた場合でも、広範囲の速度域で正確な速度演算が可能になる回転体の回転速度演算装置を提供することを目的とする。

(発明の構成)

本発明では、回転速度センサの出力から得られるパルス列信号に対し、一定の速度演算基準時間 T を連続的に設定するとともに、前回の速度演算基準時間内における最後のパルスエッジから今回の速度演算基準時間内における最後のパルスエッジまでの時間 t を測定し、この測定にもとづいて上記回転体の回転速度を演算することを特徴とする。

(実施例)

以下、図面を参照して本発明の実施例について詳細に説明する。

第1図は本発明の実施例のブロック図で、速度センサ1は自動車のアクスルハブロータに取付けられたトーンホイル2と永久磁石3に巻回されたピックアップコイル4とよりなり、トーンホイル2の回転に伴ってピックアップコイル4に発生し

た交流電圧は波形整形回路5でパルス列信号に変換され、マイクロプロセッサ(MPU)6に与えられる。MPU6は、インプットキャプチャレジスタよりなるエッジ検出部7とフリーランニングカウンタを構成する発振回路8と、RAM1、RAM2を含む中央演算処理装置9とよりなり、エッジ検出部7からは中央演算処理装置9に対して検出信号およびラッチデータが出力される。

本発明の装置においては、第2図に示すように、連続的に設定されている速度演算基準時間 T のうち、前回の速度演算基準時間内における最後のパルスエッジの入力時点を計測時間開始時点とし、今回の速度演算基準時間内における最後のパルスエッジの入力時点を計測時間終了時点として、この間の時間 t の測定にもとづいて速度演算を行なうことを基本としている。そしてこの計測時間 t 内にあらわれる両パルスエッジ(立上りエッジおよび立下りエッジの双方)の数を計測終了時点のパルスエッジの数を含めてカウントし(両パルスエッジ読み)、そのパルスエッジの入力回数で時

間 t を除算した値を2倍して平均周期を求め、この平均周期に基づいて車輪速度を演算している。例えば第2図の時点③で行なわれる速度演算においては、前回の速度演算基準時間①-②間における最後のパルスエッジの入力時点Aを計測開始時点とし、今回の速度演算基準時間②-③間における最後のパルスエッジの入力時点Bを計測終了時点とする。この場合、時点AからBまでの計測時間 t の間に入力されるパルスエッジの数は、時点Bのパルスエッジを含めて3個であるから、計測時間 t を3で除算した値を2倍して平均周期を求め、この平均周期から車輪速度 Vw を下式によって演算する。

$$Vw = 1 / (\text{平均周期} \times K2)$$

ここで $K2$ は定数である。

そして次の時点④においては時点BからCまでの時間 t を測定し、同様にして車輪速度 Vw を演算している。

以上が本発明の装置における基本的な速度読みロジックであるが、次に各速度域における速度読

込みロジックの実用例について、第3図(a)~(d)を参照して説明する。

図中、OCIは一定時間 $T (= 8 \text{ mS})$ 毎に設定された速度演算基準時点である。

(1) まず第3図(a)は、発進時および 2 km/h を計測するときのパルスエッジ読みロジックを示し、発進時は、時点①から②までの間の速度演算基準時間 T においてパルスエッジが入力された時点Aを計測開始時点とし、次の速度演算基準時間 T の経過時点②までにパルスエッジが入力されていれば、最後のパルスエッジが入力された時点Bを計測終了時点とし、計測された時間 t にもとづいて速度演算を行なう。

しかしながら、第3図(a)に示すように、時点②までに次のパルスエッジの入力がない場合には、パルスエッジ入力待ち、パルスエッジが入力された時点Bを計測終了時点とする。但し、パルスエッジ入力のない時間 T の回数を計数し、所定値 $K1$ (例えば $K1 = 4$) 以上となったときには、 $Vw = 0 \text{ km/h}$ としてパルスエッジが入力された

時点から周期計測を再開する。

(2) 次に第3図(b)は、低速走行時のパルスエッジ読みロジックを示す。低速走行時は、パルス幅が時間 T に近接するので、1個のパルス幅が計測時間 t となり、各OCIにおける演算の対象となる。この場合、計測開始および計測終了の時点の決定は、第2図で説明した原則に基づいて行なわれる。そしてこの計測時間 t の間に入力するパルスエッジの数 (計測終了時点となるパルスエッジを含む) をカウントし、パルスエッジの入力回数で時間 t を除算し、かつ2倍して平均周期を算出し、その値を速度演算に用いる。すなわち、第3図(b)において、時点A-B間、B-C間およびC-D間にはそれぞれ2個のパルスエッジが入力されているから、時間 t が1周期の長さをあらわすことになる。

(3) 第3図(c)は、車輪速度 Vw の加速によってパルスエッジ数が増大した場合のパルスエッジ読みロジックを示す。パルス列信号の立上りエッジと立下りエッジの両パルスエッジを読み込んだ場

合、すなわち半周期読み込みの場合、車輪速度 Vw が高速になると、測定時間 t 内におけるパルスエッジ数の増大により、パルスエッジ入力時に、処理するソフトウェアの負荷が増大して、他の制御処理時間が不足するという事態が発生する。このため、高速時には両パルスエッジ入力 (半周期読み) から片パルスエッジ入力 (周期読み) に切換える。切換え条件は、計測時間 t 内における両パルスエッジ入力が所定回数 (第3図(c)では9回) 以上の入力があった場合とする。このような切換えを行なうことにより、読み込むべきパルスエッジ数を半減させることができ、処理時間を低減させることができる。但しその場合は、計測時間 t を入力パルス数で除算したものが平均周期となる。

(4) 第3図(d)は、周期読みが行なわれている高速度から車輪速度 Vw の減速によってパルスエッジの入力回数が減少した場合のパルスエッジ読みロジックを示す。この場合は、片エッジ読みによるパルスエッジの入力回数が規定回数 (第3図(d)では2回) 以下になったとき、片パルスエッジ

入力 (周期読み) から両パルスエッジ入力 (半周期読み) に切換える。

第4図および第5図は、第1図の中央演算処理装置9が実行する速度演算のフローチャートである。

まず、第4図のステップS1において、速度演算基準時間 T を設定し、かつパルスエッジの読み込みモードを半周期読み込みを設定するとともに、立上りエッジをトリガエッジと設定する。そしてステップS2で時間 T が経過したか否かを判定し、時間 T が経過しない間はステップS3でパルスエッジを検出する。ここで第3図(a)の時点Aにおけるようにパルスエッジが検出されたとする。次のステップS4では、ステップS3で検出されたパルスエッジが第1パルスエッジか否かを判定し、第1パルスエッジであると判定されると、ステップS5で時点Aを周期計測の開始点時刻としてRAM1に書き込むとともに、カウンタをクリアし、かつ第1パルスエッジ認知用のフラグ1を立てる。次のステップS6で半周期読み込みか否かを判定し、

半周期続みの場合は、ステップS7でトリガエッジの切換えを行ない、ステップS2に戻る。

次にステップS2で時間Tが経過したことが判定されると、ステップS8へ進み、カウンタがクリアされているか否かを判定する。この場合、ステップS5でカウンタがクリアされているから、ステップS9へ進む。第3図(a)では時点①-②間において2個以上のパルスエッジが検出されないから、オーバーカウンタに1を加算する。そして第5図のステップS10でオーバーカウンタの計数値が所定数K1(例えばK1=4)以上か否かを判定する。この場合カウンタ値は1であるから、処理はステップS11を経てステップS12へ移り、第3図(a)の時点②-③間の時間Tを再設定し、第4図のステップS2へ戻る。この場合、時点②-③間ではパルスエッジは検出されないから、処理はステップS2→S3→S2と回ってからステップS9へ移ってオーバーカウンタの計数値を2とし、さらにステップS10、S11からS12へと進んで時点③-④間の時間Tを再設定する。

ステップS16へ進み、半周期続みか否かを判定するが、この場合の判定は「YES」であるから、ステップS17へ進み、時間tをカウンタ値で除算した値を2倍して平均周期を算出し、ステップS18へ進む。第3図(a)の場合は、カウンタ値は1であるから、除算の必要はない。

ステップS18ではステップS17で算出した平均周期から車輪速度Vwを式 $Vw = l / (\text{平均周期} \times K2)$ にもとづいて演算し、次のステップS19でRAM2の値をRAM1に転送し、次の周期計測の開始時点とする。そしてステップS20で再度半周期続みか否かを判定し、ステップS21でカウンタ値が所定値K3(例えばK3=9)以上か否かを判定するが、この場合は「NO」であるからステップS11で進んでカウンタをクリアし、ステップS12で時点④-⑤間の時間Tを再設定してステップS2へ戻る。

一方、第3図(b)における時点A-B間の計測では、時点Bが含まれる速度演算基準時間Tが経過した時点におけるカウンタ値は2であるから、時

間Tにして時点④-⑤間の時間Tを再設定するが、このような処理の反復でオーバーカウンタの計数値が所定数K1(例えばK1=4)以上となった場合は、ステップS13で車輪速度 $Vw = 0 \text{ km/h}$ としてオーバーカウンタをクリアし、かつフラグ1を倒し、ステップS2へ戻る。

しかしながら、第3図(b)の場合は、K1=3であり、時点④-⑤間の時間T内における時点Bでパルスエッジが入力されるから、ステップS3の判定が「YES」となり、かつステップS4の判定が「NO」となるから、ステップS14へ進み、周期計測の終了時点時刻を蓄込むRAM2に時点Bの時刻を蓄込み、かつパルスエッジの計数用カウンタに1を加算する。そしてステップS6、S7を経てステップS2に戻り、第3図(b)の時点⑤になればステップS8へ進むが、この場合のステップS8の判定は「NO」であるから、ステップS15へ進んでRAM2に蓄込まれている時刻からRAM1に蓄込まれている時刻を減算して、時点AからBまでの時間tを求める。次に第5図の

間tの値がそのまま平均周期となる($t + 2 \times 2$)。さらに第2図の場合は、時点⑤が到来したときには、時点②-③間における最後のパルスエッジの入力時点Bの時刻がRAM2に蓄込まれているとともに、カウンタ値は3となっている。したがってステップS17では平均周期が $t + 3 \times 2$ として算出される。

また第3図(c)の場合では、カウンタ値が所定値K3(この場合K3=9)以上となるから、ステップS21の判定が「YES」となり、ステップS22へ進んで、半周期続みから全周期続みに切換える。したがってステップS16の判定が「NO」となり、ステップS23へ進んで、時間tをカウンタ値で除算して平均周期を算出する。

さらに第3図(d)の場合では、ステップS20の判定が「NO」であり、かつカウンタ値が所定値K3(この場合K3=2)以下となるから、ステップS24を経てステップS25へ進み、全周期続みから半周期続みに切換えるようになっている。

(発明の効果)

以上の説明により、本発明の実施例の構成およびその動作が明らかとなったが、本発明によれば、前回の速度演算における計測終了時点である最後のパルスエッジの入力時点を今回の速度演算の計測開始時点とし、今回の速度演算における計測終了時点である最後のパルスエッジの入力時点を次の速度演算の計測開始時点としているので、速度測定分解能の精度が向上し、低速における制御性向上を図ることができる。

ちなみに、冒頭に述べた場合と同様に、例えばトーンホイルの歯の周波数を $15 \text{ Hz} \cdot \text{km/h}$ とし、かつ速度演算基準時間を 8 ms とした場合、演算可能な周波数の下限は 62.5 Hz (時速 4.16 km/h) まで低下させることができる。

4. 図面の簡単な説明

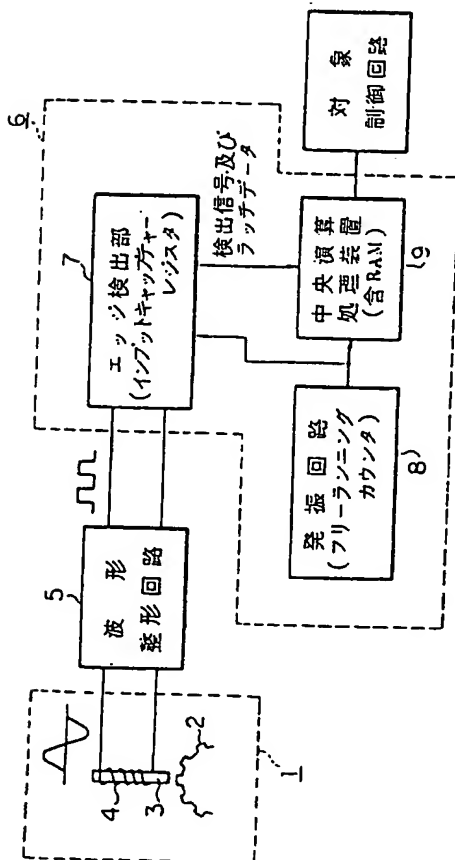
第1図は本発明の実施例の構成を示すブロック図、第2図はその基本的な動作の説明に供するタイミングチャート、第3図(a)~(d)は種々の速度域における動作の説明に供するタイミングチャート、第4図、第5図は制御のフローチャート、第6図

および第7図は従来の装置の動作を説明するタイミングチャートである。

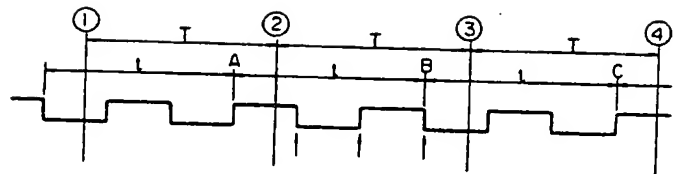
- 1……速度センサ 2……トーンホイル
- 4……ピックアップコイル
- 5……波形整形回路
- 6……マイクロプロセッサ
- 7……エッジ検出部 8……発振回路
- 9……中央演算処理装置

代理人 弁理士 山 元 俊 仁

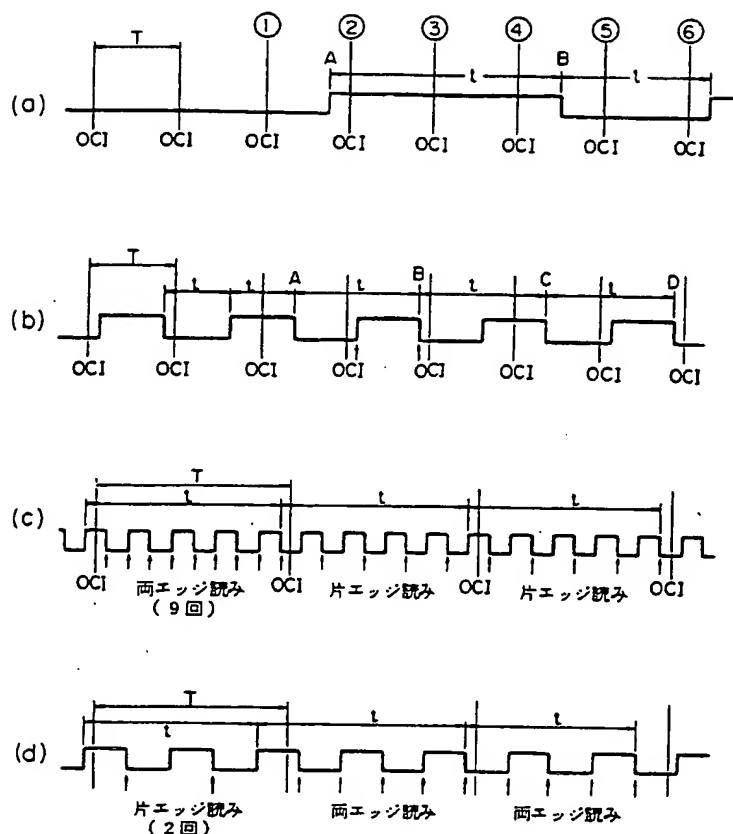
図 1



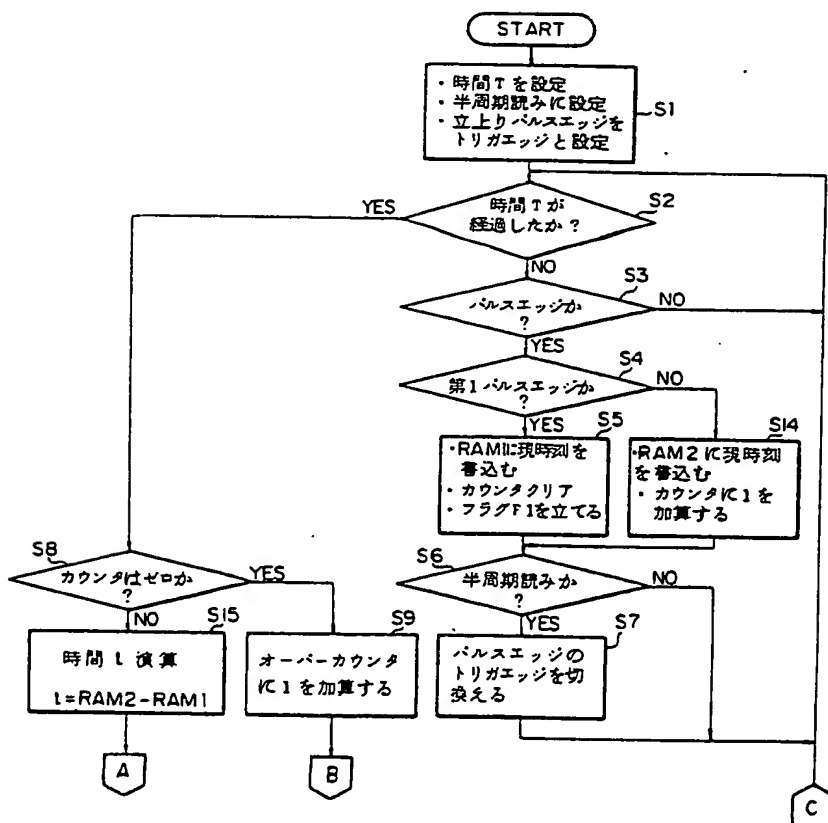
第 2 図



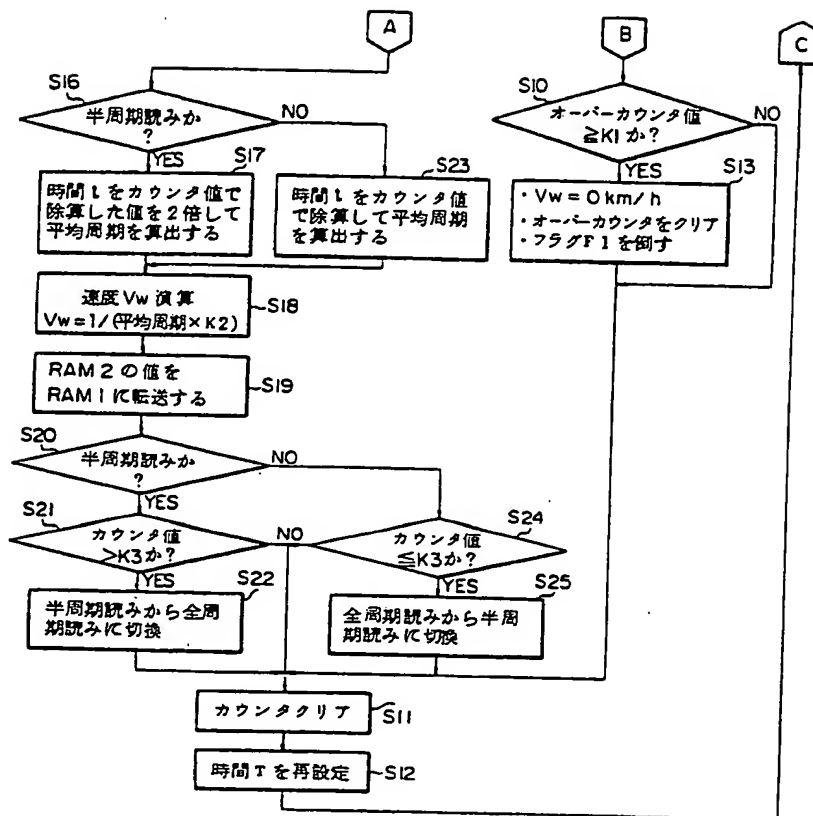
第 3 図



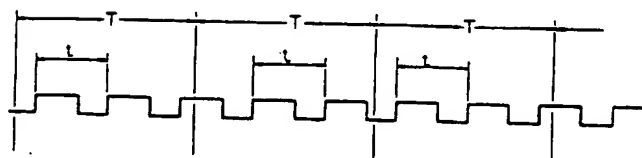
第 4 図



第 5 図



第 6 図



第 7 図

